

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-43486

(43) 公開日 平成7年(1995)2月14日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 2 1 C 3/34	G D B	9216-2G	G 2 1 C 3/34	G D B G
		9216-2G		G D B E

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平5-190239

(22) 出願日 平成5年(1993)7月30日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 光武 徹

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 山本 泰

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

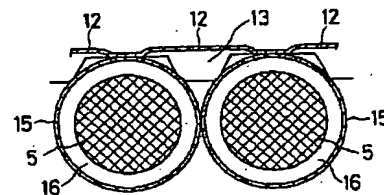
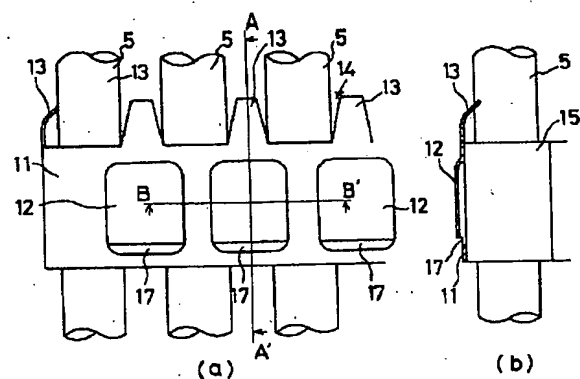
(74) 代理人 弁理士 猪股 祥晃

(54) 【発明の名称】 燃料スぺーサ

(57) 【要約】

【目的】 構造が簡単で、限界出力が向上する燃料スぺーサを提供する。

【構成】 支持バンド11内に複数の燃料棒5を挿通させる燃料棒挿通路16をそれぞれ独立に形成する環状フェルー15が配列されている。支持バンド11の側面にバスタブ12が突出し、上端にフロータブ13が突出している。バスタブ12の上流側に第1の流路孔17を形成する。上記構成によりチャンネルボックス近傍のボイド率の小さな二相流を燃料束中央へ導き、燃料束の熱的限界出力を増加させる。



BEST AVAILABLE COPY

FUEL SPACER

Patent Number: JP7043486
 Publication date: 1995-02-14
 Inventor(s): MITSUTAKE TORU; others: 01
 Applicant(s): TOSHIBA CORP
 Requested Patent: ☐ JP7043486
 Application Number: JP19930190239 19930730
 Priority Number(s):
 IPC Classification: G21C3/34
 EC Classification:
 Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To obtain a fuel spacer having a simple structure and improving a critical power.

CONSTITUTION: Circular ferrules 15 forming independently fuel rod insertion paths 16 through which a plurality of fuel rods 5 are inserted are arranged inside a support band 11. Bath tabs 12 project on the lateral side of the support band 11, while flow tabs 13 project at the upper end thereof. A first passage hole 17 is formed on the upstream side of each bath tab 12. According to the aforesaid constitution, a two-phase flow of a small void fraction in the vicinity of a channel box is led to the center of a fuel bundle and thereby a thermal critical power of the fuel bundle is increased.

Data supplied from the esp@cenet database - l2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 支持バンド内に複数の燃料棒を挿通させる燃料棒挿通路をそれぞれ独立に形成する環状フェルールが配列され、前記支持バンドの側面にバスタブが形成され、前記支持バンドの上端にフロータブが形成され、かつ前記バスタブの上流側に流路孔が形成されてなることを特徴とする燃料スペース。

【請求項2】 支持バンド内に複数の燃料棒を挿通させる燃料棒挿通路をそれぞれ独立に形成する環状フェルールが配列され、前記支持バンドの側面にバスタブが形成され、前記支持バンドの上端にフロータブが形成され、かつ前記支持バンドに上流側バスタブと下流側バスタブとが千鳥状に配列され、前記下流側バスタブに流路孔が形成されてなることを特徴とする燃料スペース。

【請求項3】 支持バンド内に複数の燃料棒を挿通させる燃料棒挿通路をそれぞれ独立に形成する環状フェルールが配列され、前記支持バンドの側面にバスタブが形成され、前記支持バンドの上端にフロータブが形成され、かつ前記支持バンドに設けられた複数のバスタブ間に流路孔が形成されてなることを特徴とする燃料スペース。

【請求項4】 支持バンド内に複数の燃料棒を挿通させる燃料棒挿通路をそれぞれ独立に形成する環状フェルールが配列され、前記支持バンドの側面にバスタブが形成され、前記支持バンドの上端に一方のフロータブが形成され、かつ前記支持バンドの上流側に他方フロータブが形成されてなることを特徴とする燃料スペース。

【請求項5】 支持バンド内に複数の燃料棒を挿通させる燃料棒挿通路をそれぞれ独立に形成する環状フェルールが配列され、前記支持バンドの側面にバスタブが形成され、前記支持バンドの上端にフロータブが形成され、かつ前記支持バンドの上流側に一方の流路孔が形成され、かつ前記支持バンドの下流側に他方の流路孔が形成されてなることを特徴とする燃料スペース。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は原子炉の燃料集合体に組込んで燃料棒を適当な間隔に保持するための燃料スペースに関する。

【0002】

【従来の技術】最近の水減速原子炉、特にその主流である軽水減速型原子炉においては原子力プラントの運転コスト低減、長期サイクル運転と、これを実現するための燃料集合体の経済的燃焼のため、径方向に非均質な形状の燃料集合体を導入することがなされている。

【0003】図11は沸騰水型原子炉(BWR)で使用されている燃料集合体の一例を一部切断した立面図で示している。図11における符号1を付した燃料集合体はハンドル2を有する上部タイプレート3および下部タイプレート4に60本の燃料棒5と中心部に燃料棒4本に相当する2本の太径ウォータロッド6が固定され、また燃料棒

5のなかには数本の短尺燃料棒7が含まれ、下部タイプレート4に固定されている。

【0004】ウォータロッド6の下端部には冷却水流入孔6aと冷却水流出孔6bが形成されている。正方格子状に配置した燃料棒5、ウォータロッド6および短尺燃料棒7の相互間の水平方向間隔を一定に保持するため、軸方向に燃料スペース8が複数個配置されている。

【0005】さらに、燃料スペース8によって束ねられた燃料棒5、ウォータロッド6および短尺燃料棒の束をほぼ四角形の断面を有する管状流路であるチャンネルボックス9によって取り囲んでいる。

【0006】チャンネルボックス9は上部タイプレート3に取り付けられ、下部タイプレート4の外側面までを覆っている。なお、図中符号10は上部タイプレート3の下面と接する燃料棒5の上端栓に挿入した外部スプリングである。

【0007】図12は図11における燃料スペース8を拡大して正面図で示したもので、燃料棒5が挿入された状態で示している。燃料スペース8は支持バンド11内に燃料棒5および短尺燃料棒7を挿通させる燃料棒挿通路をそれぞれ独立に形成する環状フェルール(図示せず)が配列されている。

【0008】環状フェルールは燃料棒5および短尺燃料棒7と同数が格子状に配列して束ねられ、環状フェールの束の外周を帯状の支持バンド11で取り囲んで燃料スペース8が構成されている。

【0009】また、燃料棒の束がチャンネルボックス9の特定方向に著しく片寄ることがないように支持バンド11にはチャンネルボックス9の内面と接するバスタブ12が支持バンド11の側面から突出するようにして形成され、さらに支持バンド11の上端面から延長してフロータブ13が突出するようにして形成されている。

【0010】チャンネルボックス9内を流れる冷却材は下部からチャンネル内を上昇するとともに燃料棒5により加熱され、沸騰して液相と気相からなる気液二相流となって上部を通過する。

【0011】その際、気相は主として、燃料棒間の比較的広い流路中を流れ、液相は一部が気相に随伴して流れ、その一部は燃料棒の表面やチャンネルボックス表面を液膜流として流れる。燃料棒の表面を流れる液相が減少すると、燃料棒の表面の熱伝熱率が低下し(沸騰遷移開始)、過熱(バーンアウト)が起こるおそれがある。

【0012】燃料集合体の熱的限界は図13に示す沸騰曲線Lで核沸騰領域H1から遷移沸騰領域H2に移行する状態であり、その時の熱流束を限界熱流束 q_{CHF} と定義する。通常運転中の沸騰モードは核沸騰領域H1であり、この領域は安定した状態であり、燃料棒の表面(被覆管表面)温度は冷却材の飽和温度より数度高い程度の温度で一定に保たれる。

【0013】一方、バーンアウト点Aを超えると、燃料

棒の表面温度と冷却材の飽和温度との差(過熱度)が次第に大きくなり、熱伝達が不安定な沸騰状態になる。このバーンアウト点Aは実際に被覆管の熱的破損に結びつく限界点ではないが、燃料棒としては通常運転および単一故障の過渡変化中においても許容されない沸騰領域である。

【0014】このバーンアウト点Aは圧力、冷却材流量、燃料集合体形状、軸方向の出力分布、核燃料棒の出力分布等のパラメータに依存することが実験的に知られている。また、バーンアウトが発生する軸方向位置は、ボイド率の高い領域に配設した燃料スぺーサの下端から上流側に数cm以内の範囲にあることが知られている。

【0015】この原因としては、図11に示す燃料棒5間の環状流路を上昇してきた冷却材が、燃料スぺーサ8の流動抵抗にあって燃料棒側に乱れを生じ、この乱れにより燃料棒の表面に付着形成されていた液膜流の一部が剥離し(ドライアウト)、剥離した部位の熱伝達率が低下するためと考えられている。

【0016】炉心の熱的余裕に関する指標として現在用いられているものには次式に示すような最小限界出力比(MCPR: Minimum Critical Power Ratio)がある。

$$MCPR = QBUNDLE / QCP \quad \dots (1)$$

ここで、QBUNDLE: 燃料集合体運転出力
QCP: 熱的限界出力

【0017】最小限界出力比は炉心の燃焼とともに、図14に示すような軌跡をたどる。長期サイクル運転に伴って燃料棒内の核分裂核種濃度を高める必要があるため、図14に示すように燃料取り替え後に炉心の熱的余裕度が低下する傾向がある。

【0018】従って、原子力プラントの運転コスト低減のためには、熱的限界出力の高い燃料集合体設計が求められており、ハード設計(燃料スぺーサ、燃料棒など)やソフト設計(燃料濃縮度分布、燃焼管理など)の目的の一つになっている。

【0019】熱的限界出力の高い燃料集合体設計のために、従来、次の観点から限界出力の増加方法が提案されている。

(a) 冷却材混合による燃料棒の表面への液相の供給

(b) 燃料棒単位表面積当たりの熱流束の低減

【0020】このような知見から、(a)に対応する燃料集合体設計では、燃料棒の冷却に使われる冷却材割合を増加して冷却効率を増加させるため、燃料棒の冷却に寄与していないチャンネルボックス表面を流れる液相を燃料棒に振り向けるための手段が提案されている。

【0021】その一つには、チャンネルボックスに溝を形成し段差をつけることにより液膜を剥離させるフロートリッパ(例えば、特開平2-044289号公報)があり、チャンネルボックス表面を流れる液相に横方向の速度を与えることにより、燃料棒の冷却に使われる冷却材割合を増加させる効果がある。

【0022】ただし、チャンネルボックスの段差は、燃料集合体の圧力損失を増加させ、また、チャンネルボックス近傍の二相流流速を減少させてしまうので、段差による液滴発生量は少なく、限界出力向上効果は小さい。

【0023】なお、燃料集合体内の冷却材の混合効果(ミキシング効果)には次の2点がある。

(1) 平均的な流れによる横方向輸送: 冷却材への強制的横方向流れ

(2) 乱流メカニズムによる横方向輸送

10 【0024】上述のフロートリッパは(1)に対応する方法であるが、(2)の作用について積極的な効果を狙ったものではない。

【0025】また、(b)に対応する燃料集合体設計では、燃料棒の直径を細くして燃料棒の表面積を増加し、単位表面積当たりの熱流束を低減することが考案され、9×9のように燃料棒の本数を増加する設計が提案されている。

【0026】一方、燃料集合体の熱的限界出力に影響する燃料集合体の構成要素には、燃料スぺーサがある。燃料スぺーサは高さ方向に複数設置されており、燃料棒、水ロッド相互間のギャップおよびチャンネルボックスと燃料棒、水ロッド間のギャップを保持し、集合体の形状を維持している。一般的に燃料スぺーサ設計で考慮されている点には下記の(1)から(10)のものがある。

【0027】(1) 燃料集合体の耐震性

(2) 燃料棒間隔の保持

(3) 燃料棒振動の抑制

(4) 燃料棒熱膨張のゆとり

(5) 燃料集合体の組立の容易さ

30 (6) 燃料棒との接触面積の最小化

(7) 熱的限界出力の最大化

(8) 燃料集合体の圧力損失の最小化

(9) 寄生的中性子吸収の最小化

(10) 部品点数の最小化

【0028】燃料スぺーサの及ぼすドライアウトへの影響として主として考えられている点には、冷却材の混合による燃料棒の表面の液膜への液滴供給の効果(ミキシング効果)がある。

【0029】このような知見から燃料スぺーサ設計要素としては、燃料スぺーサ肉厚の増加や、図12に示すように燃料スぺーサの支持バンド11の上部に内向きに形成した突起(フロータブ13)を多数形成することなどがある。

【0030】この支持バンド11の上部の突起は本来、チャンネルボックスに燃料集合体を挿入する際の導入部として形成したものであるが、燃料スぺーサのミキシング効果を促進して熱的限界出力の増加に寄与することが知られている。

【0031】

50 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、燃料ス

ペーサの支持バンド外周部に内向きに形成した突起は主として、燃料スぺーサ外周部の内側を流れる二相流に作用してミキシング効果をもたらすが、燃料スぺーサ外周部の外側を流れる二相流に対する作用は小さい。

【0032】一方、前述したようにチャンネルボックス表面には液膜流を形成する多量の液相が存在しており、燃料棒の冷却には関与してない。このチャンネルボックス表面の液膜流を燃料棒の冷却に振り向けることができれば燃料棒の冷却効果が増大すると考えられる。

【0033】このような効果を積極的に活用するために従来から提案されているものには、例えば特開平2-044289号公報に開示されたフロースカートが知られている。これは、燃料スぺーサ外周部下端に外向きに突起物を設けてチャンネルボックス表面液膜流を剥離し、燃料スぺーサ外周の内側の流れに運ぶ作用が想定されている。

【0034】しかしながら、前述の突起物とチャンネルボックス間との距離は、流体力学的振動による損傷を防止するため、十分接近させることはできないため、その効果は疑問視される。

【0035】本発明は上記課題を解決するためになされたもので、チャンネルボックスの内壁面近傍に多く存在する液膜を燃料棒に振り向けることのできる構造が簡単で限界出力が向上する燃料スぺーサを提供することにある。

【0036】

【課題を解決するための手段】第1の発明は支持バンドに形成したバスタブに流路孔を形成し、前記バスタブは支持バンドに形成したフロータブの上流に形成したことを特徴とする。

【0037】第2の発明は支持バンドに直接流路孔を形成するか、またはフロータブを支持バンドの上流側および下流側に形成することを特徴とする。

【0038】第3の発明は第1と第2の発明とを組合せたことを特徴とするもので、燃料スぺーサの上流では支持バンドに、この支持バンドとチャンネルボックスとの間に蒸気をより多く流入させるための一方の流路孔を形成し、フロータブに他方の流路孔を形成したことを特徴とする。

【0039】

【作用】第1の発明におけるバスタブはチャンネルボックスと燃料スぺーサの間隔を一定以上に保つためのもので、流路孔は支持バンドとチャンネルボックスの間を流れている冷却材（液相）を支持バンドの内側に取り入れるもので、フロータブはチャンネルボックス挿入用ガイドとなるものである。

【0040】第2の発明における流路孔は燃料スぺーサ内部から支持バンドとチャンネルボックスの間隙に向い気相を流入させるものである。第3の発明における他方の流路孔は支持バンドとチャンネルボックス間の気液二相流を支持バンド内側に取り入れるものである。

【0041】チャンネルボックスの内壁に冷却材が多く付着する原因としては次の2点がある。

(1) チャンネルボックス壁が非発熱であるため、チャンネルボックス内壁に接する冷却材は沸騰することがないこと。(2) チャンネルボックス壁近傍の二相流流速が小さいため、気-液間のせん断力も小さいので、一旦付着した液滴が剥がれ難いことである。

【0042】燃料集合体内における冷却材は燃料棒で加熱され二相流となって隣接した燃料棒間に形成した流路を流れて上昇する。このとき二相流の流速が遅く、非発熱壁であるチャンネルボックス内壁には燃料棒の表面に比較し厚い液膜が付着し流れている。

【0043】支持バンドに形成したバスタブはチャンネルボックス内壁面の極く近くに張り出しているため、バスタブの上流側に流路孔を形成することによりチャンネルボックス内壁の液膜をはぎ取り、支持バンド内側に導くことができる。

【0044】支持バンド内側に導かれた液膜は、さらに下流のフロータブにより流れの向きを偏向され最外周燃料棒へ向けられる。よって、チャンネルボックス内壁の液膜は、最外周燃料棒の冷却に役立たせることができ、最外周燃料棒の熱的限界が向上する。

【0045】また、支持バンド内側からチャンネルボックスと支持バンドの間に二相流を導く構造とすることにより、チャンネルボックスと支持バンドの間の二相流が加速され、チャンネルボックス内壁の液膜界面でのせん断力が大きくなるため、液膜からの液滴発生量が増加する。

【0046】燃料スぺーサ支持バンド下流に形成したフロータブにより流れの向きを偏向され最外周燃料棒へ向けられるため、チャンネルボックス内壁の液膜を最外周燃料棒の冷却に役立たせることができ、最外周燃料棒の熱的限界が向上する。

【0047】

【実施例】図1から図4を参照しながら本発明に係る燃料スぺーサの第1の実施例を説明する。図1は本発明に係る燃料スぺーサ14を組込んだ燃料集合体1aの一例を一部断面で示す立面図である。なお、図1中、図11と同一部分には同一符号を付してその説明は省略する。

【0048】図1が図11と異なる部分は図1では本発明に係る燃料スぺーサ14を図11に示す従来の燃料スぺーサ8と置き換えたことにあり、他の部分は図11と同様である。

【0049】図2においては本発明の第1の実施例における燃料スぺーサ14の要部を部分的に示しており、

(a) は燃料棒5を挿入した状態で示す正面図で、

(b) は(a)のA-A'断面、(c)は(a)のB-B'断面を示している。

【0050】すなわち、本実施例の燃料スぺーサ14は支持バンド11内に燃料棒5を挿通させる燃料棒挿通路16を

それぞれ独立に形成した環状フェルール15が配列されている。支持バンド11の側面にはバスタブ12が突出して形成され、また支持バンド11の上端にフロータブ13が形成され、さらにバスタブ12の下部つまり上流側に第1の流路孔17が形成されている。

【0051】しかし、バスタブ12は図1に示すチャンネルボックス9の内部で燃料棒5、短尺燃料棒7の束が特定の方向に極端に片寄ることを防ぐために支持バンド11の一部を外側に突出させたもので、バスタブ12の上流側に第1の流路孔17を形成することにより図3および図4に示すようにチャンネルボックス9の内壁の液膜18を第1の流路孔17を通して支持バンド11の内側へ導くことができる。

【0052】なお、図3は図2における燃料スぺーサ14のチャンネルボックス9内での作用を示す部分断面で、図4は同じく燃料スぺーサ14の支持スぺーサ11内での作用を横断面で示している。

【0053】すなわち、図3においてチャンネルボックス9の内壁の上流側液膜18の一部は第1の流路孔17から流入しバスタブ12およびフロータブ13の内面に沿って流れフロータブ13の先端から流出している。図4においてはバスタブ13に厚い液膜18と、燃料棒5の表面に薄い液膜18が付着している状態を示している。

【0054】第1の流路孔17を形成したバスタブ12を支持バンド11の下流に形成したフロータブ13の上流に形成することにより支持バンド11の内側に導いた液膜18をフロータブ13により燃料棒5へ導くことができ、冷却材を燃料棒5の冷却に有効利用することができるので、燃料集合体1aの限界出力が向上する。

【0055】次に、図5および図6を参照しながら本発明に係る燃料スぺーサの第2の実施例を説明する。なお、図6は図5の変形例を示しており、図5(a)は正面図、(b)は(a)のA-A'矢視断面図、(c)は(a)のB-B'矢視断面図である。

【0056】第2の実施例では図5(a)、(b)から明らかなように支持バンド11に上流側バスタブ19と下流側バスタブ20を形成し、下流側バスタブ20に第2の流路孔21を形成している。また、上流側バスタブ19と下流側バスタブ20とは交互に千鳥状配列となっており、上流側バスタブ19は下流側バスタブよりも面積が大きくなっている。

【0057】この第2の実施例によれば上流側バスタブ19により流れの方向を偏向させることにより、上流側バスタブ19の間に液膜を集中させ、下流側バスタブ20に形成した第2の流路孔21による液膜の流入量を増加させることができる。

【0058】図6は図5の支持バンド11に形成した上流側バスタブ19と下流側バスタブ20とを連通させて一体化した図5の変形例を示している。この例では図5と同様の作用効果を得ることができる。

【0059】次に図7により本発明に係る燃料スぺーサの第3の実施例を説明する。この第3の実施例では支持バンド11に上流側が先細の逆ひょうたん形バスタブ22と、このバスタブ22間に第3の流路孔23を形成した例を示している。第3の流路孔23は図7(b)に示すように支持バンド11の内側に突出させるようにして形成している。

【0060】この第3の流路孔23の効果について図8(b)に流速分布24により図8(a)の従来例と対比して説明する。

【0061】チャンネルボックス9の内壁に液膜が多く存在する理由はチャンネルボックス9が非加熱であることと、チャンネルボックス9近傍の二相流流速が小さいため気液界面のせん断力が小さく液滴が発生し難いことによる。

【0062】そこで、図7のように支持バンド11に第3の流路孔23を形成することにより支持バンド11の内側から支持バンド11とチャンネルボックス9の内壁との間に蒸気が流入して二相流流速が増加する。

【0063】そのため、チャンネルボックス9内壁の液膜からの液滴発生を増加させることができ、支持バンド11の下流側に形成したフロータブ13の効果により発生した液滴を燃料棒5および短尺燃料棒7へ付着させることができる。よって、燃料棒5および短尺燃料棒7の除熱が向上し、燃料集合体の限界出力が向上する。

【0064】図9は支持バンド11の上流側にも第2のフロータブ25と大面積の矩形バスタブ26を形成した第4の実施例を示している。この第4の実施例の作用効果は第3の実施例と同様であるので、その説明は省略する。

【0065】図10は図5と図7とを組合せた第5の実施例を示している。すなわち、支持バンド11の上流側に第3の流路孔23を形成するとともに下流側バスタブ20に第2の流路孔21を形成し、下流側バスタブ20および第2の流路孔23の左右間に逆ひょうたん形バスタブ22を形成したことにある。

【0066】つまり、支持バンド11に形成した流路孔により蒸気流をチャンネルボックスと支持バンド間に導き、二相流流速を増加させチャンネルボックス内壁の液膜からの液滴発生を増加させる。

【0067】次に、バスタブ上流の流路孔よりチャンネルボックス内壁の液膜と発生した液滴を支持バンド内側に導き、支持バンド11の下流側に形成したフロータブにより冷却材を燃料棒の冷却に振り向ける。これにより、燃料棒の冷却が改善され燃料集合体の限界出力が向上する。

【0068】

【発明の効果】本発明によれば、支持バンドの外側に外向きに突出したバスタブと、このバスタブの上流側に第1の流路孔を形成することによって、支持バンドの外側を流れる冷却材を効果的に内側へ導くことができ、燃料

集合体の熱的限界出力を増加できる。

【0069】また、支持バンドに内側から外側へ蒸気を流すように第2の流路孔を形成することにより、支持バンドとチャンネルボックス間の二相流流速があり、チャンネルボックス内壁の液膜が乱され液滴発生量が増加する。発生した液滴は下流のフロータブにより燃料棒へ振り向けられるので限界出力が向上する。

【0070】さらに、バスタブを複数個形成し、かつ上流側に第3の流路孔を形成することにより、チャンネルボックスと支持バンド間に液滴ないしは液膜を支持バンド内に導くことができ、フロータブとの相乗効果により燃料棒に付着する液滴が増加し限界出力が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る燃料スぺーサを組込んだ燃料集合体を一部断面で示す立面図。

【図2】(a)は本発明に係る燃料スぺーサの第1の実施例の要部を示す正面図、(b)は(a)のA-A'矢視方向断面図、(c)は(a)のB-B'矢視断面図。

【図3】図2における燃料スぺーサのチャンネルボックス内での作用を説明するための部分断面図。

【図4】図2における燃料スぺーサの支持スぺーサ内での作用を説明するための部分断面図。

【図5】(a)は本発明に係る燃料スぺーサの第2の実施例の要部を示す正面図、(b)は(a)のA-A'矢視方向断面図、(c)は(a)のB-B'矢視断面図。

【図6】図5における変形例の要部を示す正面図。

【図7】(a)は本発明に係る燃料スぺーサの第3の実施例の要部を示す正面図、(b)は(a)の矢視方向断*

*面図。

【図8】(a)は従来の二相流分布を説明するための概念図、(b)は本発明の二相流分布を説明するための概念図。

【図9】本発明に係る燃料スぺーサの第4の実施例の要部を示す正面図。

【図10】本発明に係る燃料スぺーサの第5の実施例の要部を示す正面図。

【図11】従来の燃料スぺーサを組込んだ燃料集合体の一部断面で示す立面図。

【図12】図11における燃料スぺーサを示す正面図。

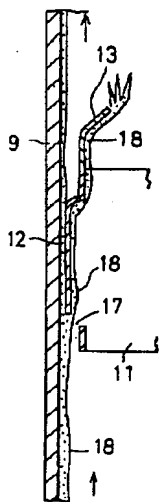
【図13】図11における被覆管の壁面温度と冷却材温度の差と表面熱流速との関係を示す特性図。

【図14】図11における最小限界出力比とサイクル燃焼度との関係を示す特性図。

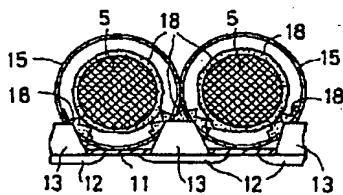
【符号の説明】

1, 1a…燃料集合体、2…ハンドル、3…上部タイプレート、4…下部タイプレート、5…燃料棒、6…ウォーターロッド、6a…冷却水流入孔、6b…冷却水流出孔、7…短尺燃料棒、8…燃料スぺーサ、9…チャンネルボックス、10…外部スプリング、11…支持バンド、12…バスタブ、13…フロータブ、14…本発明の燃料スぺーサ、15…環状フェルルール、16…燃料棒挿通路、17…第1の流路孔、18…液膜、19…上流側バスタブ、20…下流側バスタブ、21…第2の流路孔、22…逆ひょうたん形バスタブ、23…第3の流路孔、24…流速分布、25…第2のフロータブ、26…矩形状バスタブ。

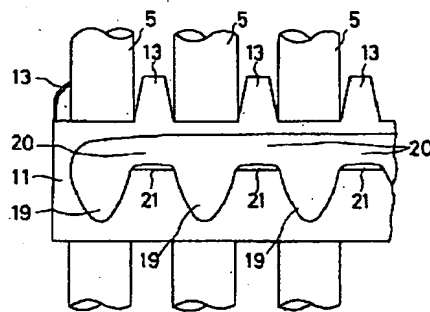
【図3】



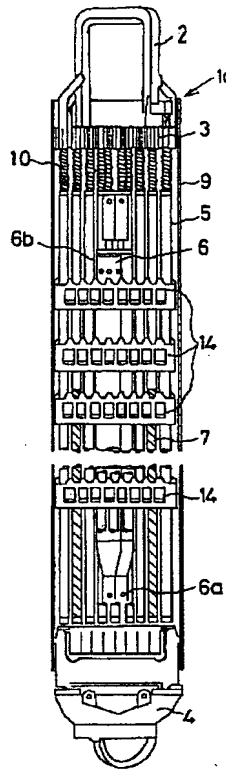
【図4】



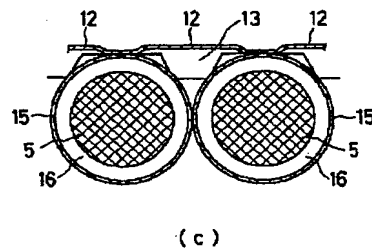
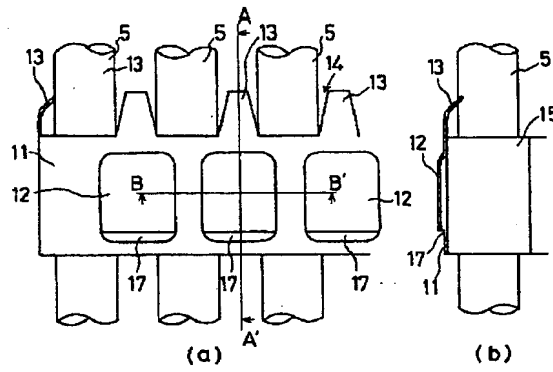
【図6】



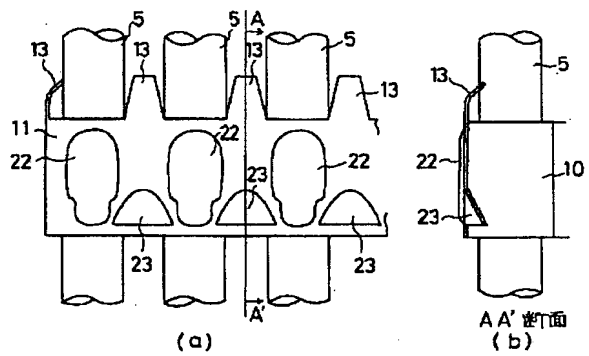
【図1】



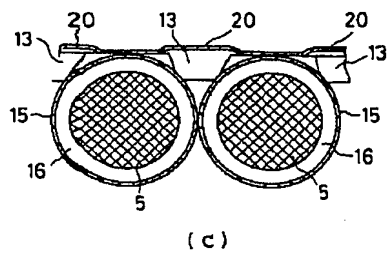
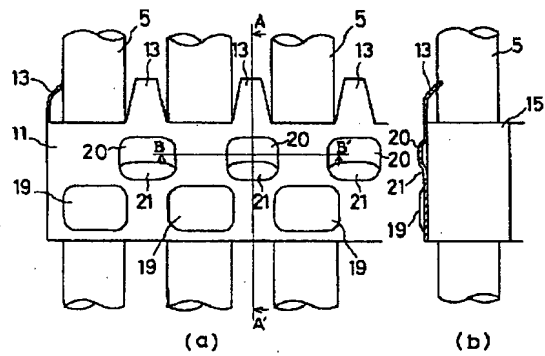
【図2】



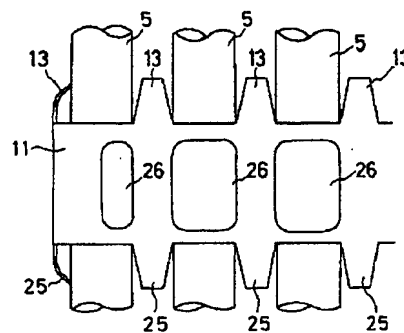
【図7】



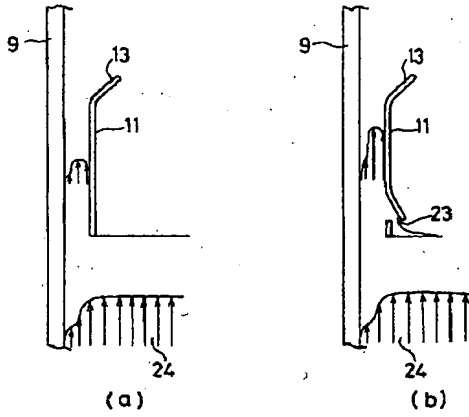
【図5】



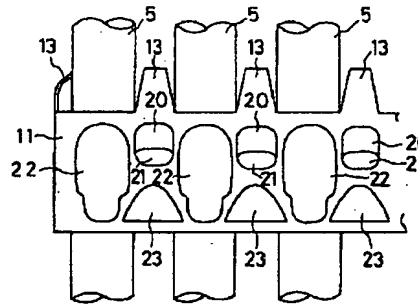
【図9】



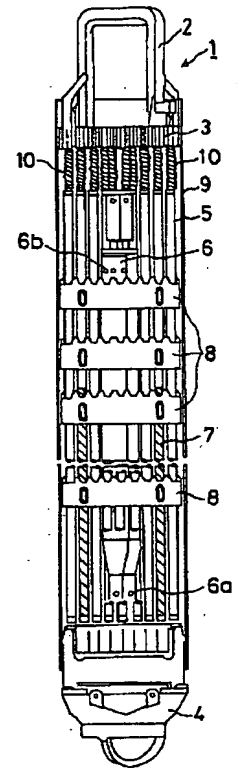
【図8】



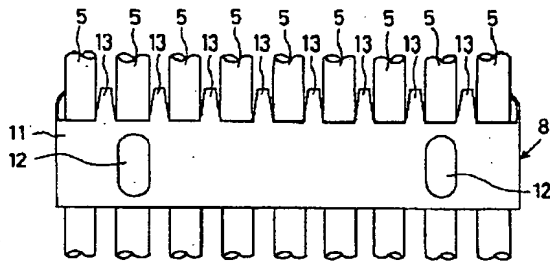
【図10】



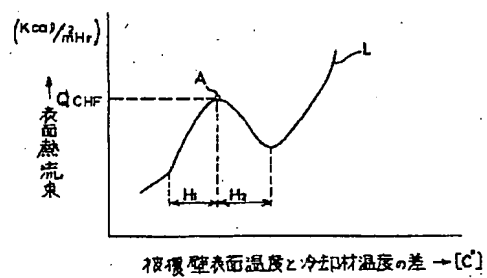
【図11】



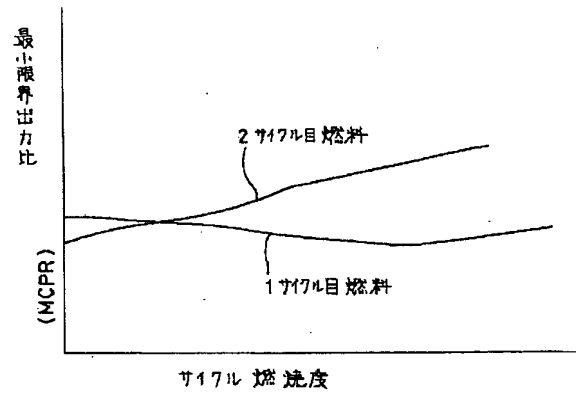
【図12】



【図13】



【図14】



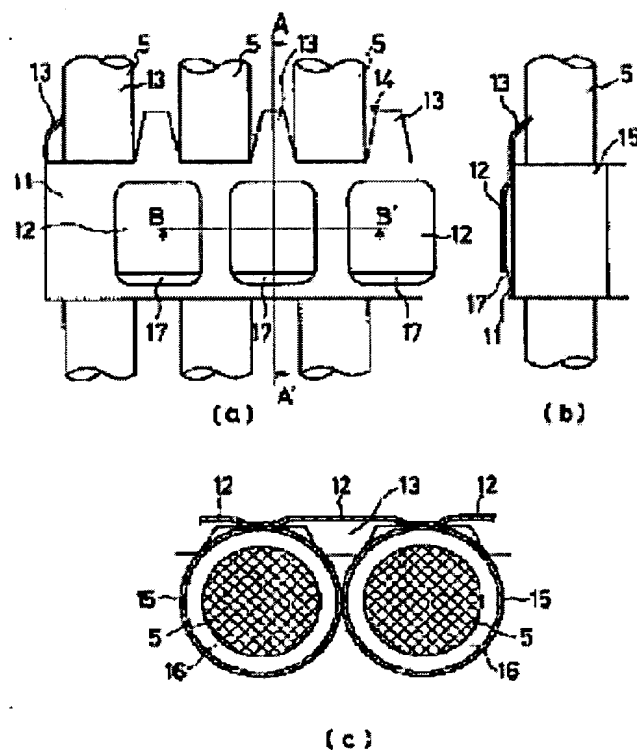
FUEL SPACER

Patent number: JP7043486
Publication date: 1995-02-14
Inventor: MITSUTAKE TORU; YAMAMOTO YASUSHI
Applicant: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO
Classification:
- international: G21C3/34
- european:
Application number: JP19930190239 19930730
Priority number(s): JP19930190239 19930730

Report a data error here

Abstract of JP7043486

PURPOSE:To obtain a fuel spacer having a simple structure and improving a critical power. **CONSTITUTION:**Circular ferrules 15 forming independently fuel rod insertion paths 16 through which a plurality of fuel rods 5 are inserted are arranged inside a support band 11. Bath tabs 12 project on the lateral side of the support band 11, while flow tabs 13 project at the upper end thereof. A first passage hole 17 is formed on the upstream side of each bath tab 12. According to the aforesaid constitution, a two-phase flow of a small void fraction in the vicinity of a channel box is led to the center of a fuel bundle and thereby a thermal critical power of the fuel bundle is increased.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

DOCKET NO: MOH- P010111

SERIAL NO: 10/ 642, 637

APPLICANT: Liebler - Ranzus

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)